

ISSN 0577-6686
CODEN CHHKA2

机械工程学报[®]

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

绿色制造技术专栏



中国机械工程学会 主办

万方数据

2017年53卷5期 半月刊

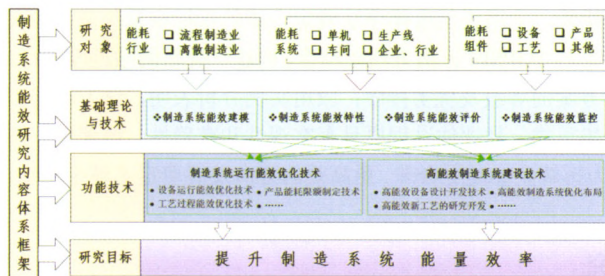
特邀专栏

绿色制造技术

客座编辑：曹华军教授（重庆大学） 李聪波教授（重庆大学）
策划编辑：岑伟（《机械工程学报》编辑部）

1 制造系统能量效率研究的现状及难点问题

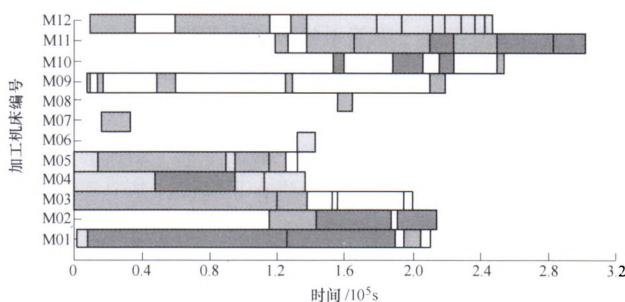
刘 飞 刘培基 李聪波 庾军波 蔡 维



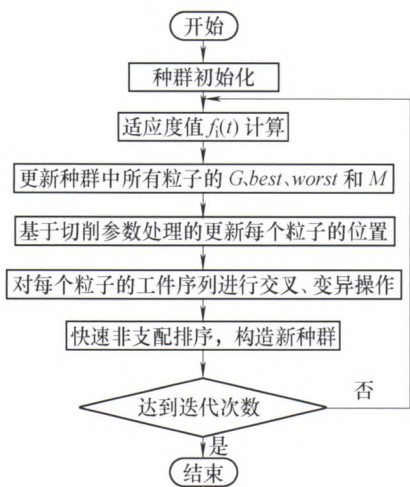
摘要：制造业量大面广，能耗总量巨大；提升制造系统能量效率已成为各国制造业可持续发展的关键战略，国际上的研究非常活跃。为此，总结了制造系统能量效率(又称能效)的内涵，分析和概述了制造系统能量效率的研究现状；在此基础上，总结了制造系统能量效率的研究内容，并提出由三类研究对象(能耗行业、能耗系统以及能耗组件)、四类基础理论或技术(能效建模、能效特性、能效评价和能效监控)、两类功能技术(制造系统运行能效优化技术和高能制造系统建设技术)以及一个根本目标(提高制造系统运行能量效率)组成的制造系统能量效率研究内容体系框架；最后，考虑到离散制造系统能量效率问题的研究起步较晚、过去重视不够以及其复杂性等因素，分析和总结出了离散制造系统能量效率研究有待深化的五个难点问题，即离散制造系统能量效率建模问题、精细评价问题、产品能耗定额问题、高能多目标优化问题和高能效机床设计问题。

12 面向能耗的多工艺路线柔性作业车间分批优化调度模型

李聪波 沈 欢 李玲玲 易 茜

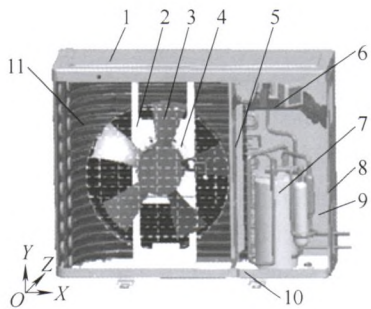


摘要：合理的调度方案能有效降低柔性作业车间总能耗。针对柔性作业车间中加工工件种类多、单批工件数量大、加工工艺路线柔性大等问题，研究一种面向能耗的多工艺路线柔性作业车间分批优化调度模型。分析柔性作业车间中工件加工过程能耗特性，以车间总能耗最低和完工时间最小为优化目标建立了多工艺路线柔性作业车间分批优化调度模型，并采用多目标模拟退火算法对模型进行优化求解。通过算法优化得到的调度方案与经验调度方案的对比分析，验证了该模型的有效性和实用性。



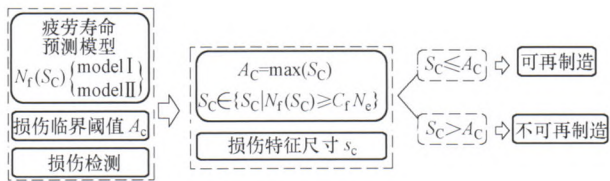
摘要：为更好地降低制造过程碳排放，克服以往研究将切削参数与调度分开优化而忽略了他们之间复杂关联关系的局限性，提出一个以制造过程碳排放和完工时间最小为优化目标的切削参数与调度集成优化模型，考虑切削参数对加工时间、刀具磨损、机床能耗的影响，继而影响到以完工时间和制造过程碳排放为优化目标的调度结果。针对集成优化模型中切削参数优化是连续优化问题而调度是离散优化问题的特点，改进了多目标万有引力搜索算法，在标准的万有引力搜索算法中加入交叉变异操作，使得切削参数在迭代的同时也能找出最优的调度排序。通过对实例结果的比较与分析，验证了所提集成优化模型在降低制造过程碳排放方面的有效性。

34 基于模糊 AHP-灰色关联 TOPSIS 的拆解方案评估研究

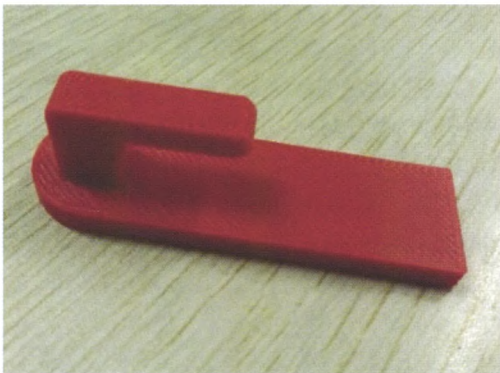


摘要：产品拆解是走可持续发展道路的重要技术环节，可缓解环境压力，最大限度地利用有限资源，提高资源利用率。拆解方案优化对提高拆卸效益至关重要。通过分析产品拆解特点，从技术性、经济性和绿色性 3 大因素综合考虑影响产品拆解的诸多不确定因素，建立面向绿色设计的拆解方案评价指标体系；运用模糊 AHP 建立模糊判断矩阵，应用置信度排序法确定合理的指标权重矢量；将灰色系统理论与 TOPSIS 评估方法相结合，构建一种新的贴近度指标，判定拆解方案的等级及优劣排序；应用实例分析表明，该方法得出的评估结果可靠，且评估过程更具有客观性和准确性。该评估方法的提出，为拆解企业向更合理、更高效的方向发展奠定了理论基础。

41 再制造毛坯疲劳损伤临界阈值及可再制造性判断研究



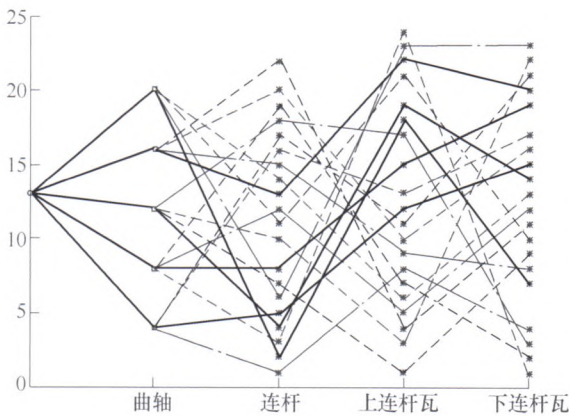
摘要：确定疲劳损伤临界阈值以及建立超高周疲劳阶段基于损伤的可再制造性判断模型，为判断毛坯件能否进行再制造提供理论依据，保证再制造工程的顺利进行。但是目前关于基于损伤的可再制造性判断研究还没有广泛的开展，相关的定义与模型也没有提出。以离心压缩机叶片材料 FV520B-I 为研究对象，根据传统可制造性理论提出了损伤临界阈值的定义并建立普遍适用的损伤临界阈值模型。进一步基于疲劳试验数据、经典的疲劳理论以及疲劳竞争分析，建立针对 FV520B-I 的考虑表面损伤和内部损伤两种情况的超高周剩余疲劳寿命预测模型。结合损伤临界阈值模型，建立了基于损伤的可再制造性判断模型，并通过试验进行了验证。基于损伤的可再制造性研究是一项理论上有难度，实际应用有价值的工作，能够有效提高可再制造工程的效率，避免不必要的再制造。



摘要：针对产品熔融沉积制造过程的碳排放量化问题，按碳排放的来源将其分为物料碳排放、能耗碳排放和废料回收处理碳排放。通过分析整个制造过程中原材料制备阶段、熔融沉积工艺阶段、去支撑阶段、精加工阶段和废料回收处理阶段的能耗特点以及工艺特征,确定了产品熔融沉积制造过程的碳排放边界并建立了其量化模型，结合熔融沉积产品的加工特征和加工设备功率特性提出了熔融沉积工艺阶段的能耗碳排放量化方法。通过试验对所提出方法的可行性进行了验证，试验结果表明，能耗碳排放对产品熔融沉积制造过程的碳排放影响最大，物料碳排放和回收处理碳排放受打印原材料的影响较大。冗余的填充率会产生额外的物料碳排放与能耗碳排放。

60 基于蚁群算法的工程机械再制造优化选配方法研究

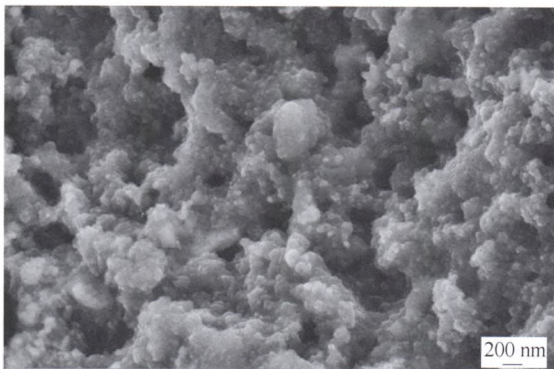
宿 彪 黄向明 任莹晖 王伏林 肖 和 郑 波



摘要：针对工程机械再制造装配效率低、装配精度差以及不匹配零件较多等问题,提出一种面向再制造的优化选择装配方法。分析工程机械再制造不确定性因素和装配质量的影响因素,构建了基于多元质量损失函数和装配偏差度的数学模型;同时针对再制造装配在满足装配精度的条件下应减少不匹配零件的剩余和尽可能优先使用重用件、修复件的特点,提出装配成功率和再制造资源利用率两个新的选配质量评价指标,建立以装配精度和再制造资源利用率为目标的综合选配模型。根据再制造选配模型的特点,改进蚁群算法的信息素更新方式,设计启发信息函数,以便输出较优的装配组合方案,减少再制造过程中不确定性因素对装配质量的影响。通过某发动机曲柄连杆机构的装配实例验证了该方法的可行性和有效性。

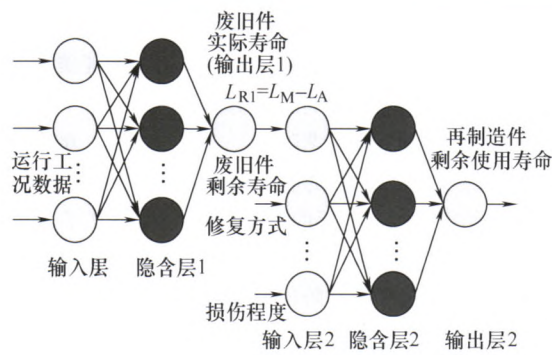
69 再制造发动机积碳形成机理研究

王 兴 贾秀杰 李方义 杨明斌 张 健 孙一航



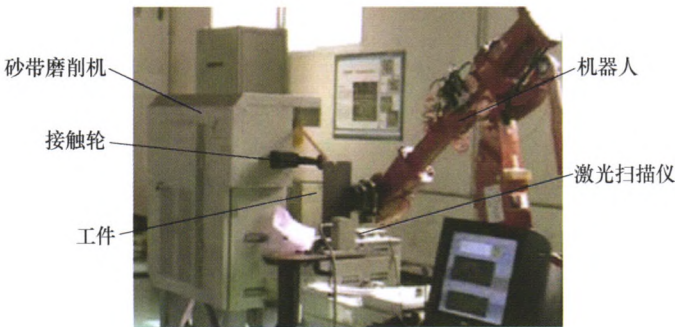
(c) 20 000倍积碳形貌

摘要：针对汽车发动机再制造过程中积碳清洗方法效率低，质量差的问题，从微观角度对积碳形成过程进行分析，从而针对其特点探究合适的清洗方法。通过扫描电镜对积碳的表面和剖面形貌进行观察，分析积碳的分层结构特点和积碳粒子结合的结构特点；利用红外光谱和拉曼光谱对积碳中粒子结合键能进行分析；同时结合能谱分析积碳的组成成分。并且对积碳形成过程中的化学反应和粘附过程进行分析，进而通过熔盐清洗积碳的试验过程，进一步对积碳的形成过程进行验证说明。从微观角度分析了积碳形成的主要过程，得出了积碳形成过程中积碳颗粒的形成原因以及积碳颗粒在高温高压下的成长过程，进而阐述了胶质层和沥青质层的形成过程，并对积碳较难清洗的原因进行了分析，对于合适清洗方法的选择提供了依据。

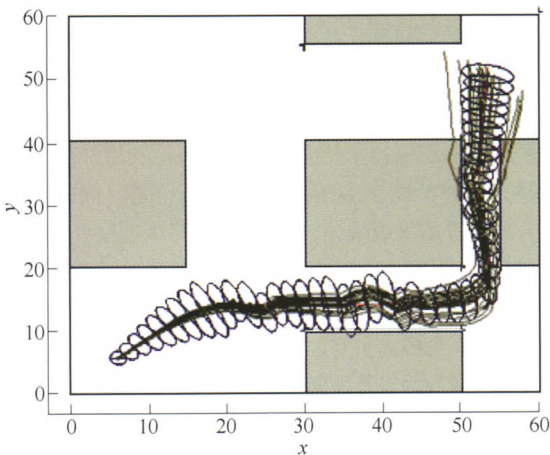


摘要：废旧机械装备零部件资源的最优化重用组合，是实现废旧机械装备再制造的关键环节。分析面向废旧机械装备再设计的零部件重用组合多目标优化过程模型，建立以废旧机械装备零部件重用组合寿命均衡性、复杂性及成本为优化目标，以零部件重用策略组合为优化变量的废旧机械装备零部件重用组合的多目标优化模型，并采用第二代强度 Pareto 进化算法(Strength Pareto evolution algorithm 2,SPEA2)对模型进行寻优求解。以废旧 C6132 机床为例，验证了上述模型有效性。

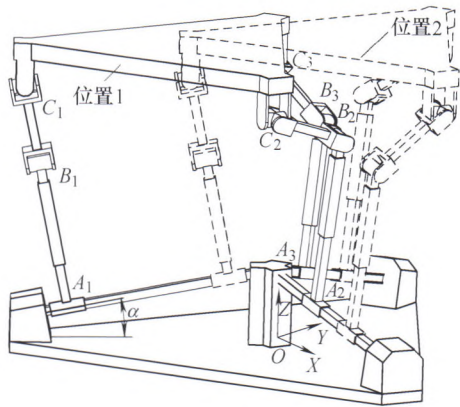
/// 机构学及机器人 ///



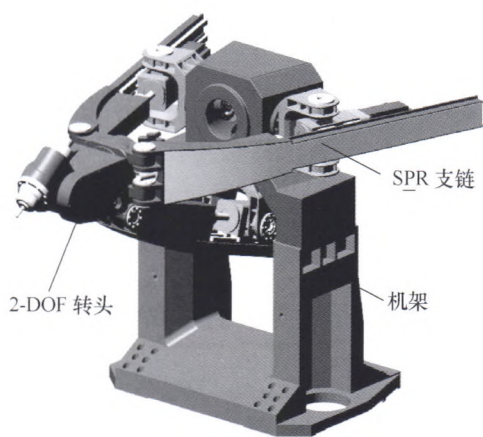
摘要：机器人磨削系统能够替代低效和高污染的手工曲面打磨作业，降低生产准备时间和设备成本，特别适用于小批量曲面零件的磨削加工。接触轮为橡胶等柔性材质，工件与工具之间存在弹性接触，有利于提高工件表面质量，但接触轮易变形，导致实际磨削量不易控制。研究砂带张紧对接触轮变形和磨削深度的影响，采用弹性力学平面问题的复变函数解法，建立模型并求解得到了接触轮的变形分布规律，与商用有限元软件的结果进行对比，验证了解析模型的正确性。建立改进的磨削深度预测模型，得到了接触区域内的磨削深度分布，试验验证了模型预测误差小于 3.1%。该方法可以更为准确快速地预测机器人砂带磨削深度，为提高复杂曲面磨削精度提供了理论指导。



摘要：当机器人的运动存在过程噪声，或其携带的闭环反馈传感器存在观测误差时，机器人的运动就会呈现出显著的非确定性。以自然界最为普遍的高斯分布描述系统运动状态的非确定性。用概率论的方法结合机器人本身的线性控制及卡尔曼滤波对机器人可行轨迹进行规划和先验概率的评估，从而得到机器人先验估计概率。采用线性控制方法和卡尔曼滤波相结合，进行高斯运动系统误差建模；然后用高斯运动模型对可行轨迹进行评估，能够计算出轨迹避开障碍和到达目标点的概率。为了进行最优轨迹规划，通过样条化方法计算出一组可行轨迹。理论上，这些轨迹本身都能够达到目标点，并避开障碍，但由于机器人行为的非确定性，机器人仍然存在碰撞和难以达到目标点的可能。通过高斯运动先验概率估计，评估成功概率值最大的轨迹就是机器人非确定性高斯运动状态下的最优轨迹。

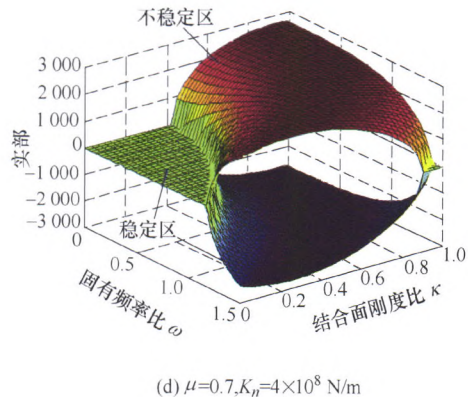


摘要: 为得到雅可比矩阵恒定的移动并联机构, 基于螺旋理论利用机构的主运动螺旋和传递力螺旋求解机构的雅可比矩阵, 给出了移动并联机构在不同位置下雅可比矩阵保持恒定的判定条件。在此基础上, 基于约束螺旋理论对具有该特性的分别包含三自由度、四自由度和五自由度分支的这类三自由度移动并联机构进行构型综合, 构造并得到了多种雅可比矩阵恒定的移动并联机构。分析 3-PPRU 和 3-CPU 两种并联移动机构, 由得到的机构在工作空间内不同位置下的输出速度、力变化曲线图可以看出在给定确定的输入情况下, 机构的同一输出参数曲线在不同位置时相互重合, 从而验证了该类型移动并联机构雅可比矩阵始终保持恒定。

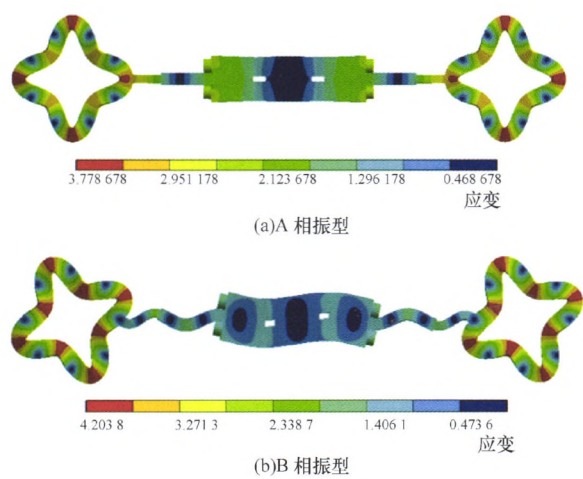


摘要: 以一种可用于航天航空高速铣削加工和自动装配的面对称 3-SPR 并联机构为对象, 利用矩阵求逆提出一种具有解耦格式的全雅可比矩阵建模方法, 并据此构造出一组取值介于[0, 1]之间、量纲一旦与坐标系无关的运动学性能评价指标, 用于揭示机构尺度参数对这组指标的影响规律。在此基础上, 构造出满足给定运动学性能、支链极限杆长比和球副转角等几何与运动学约束的尺度参数可行域, 既可满足运动学性能要求, 又可为后续设计修改尺度留有余地。

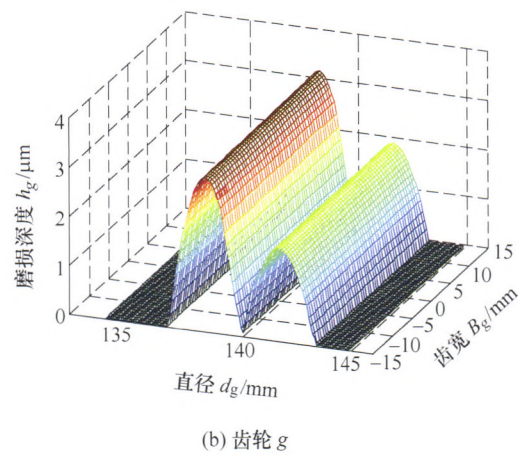
机械动力学



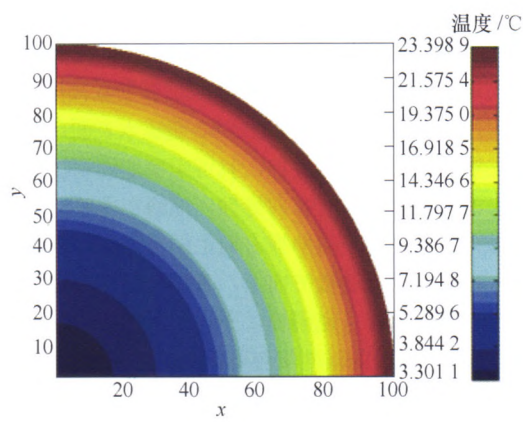
摘要: 针对目前结合面微观形貌特性对由摩擦和系统结构双重引起的模态耦合系统的稳定性影响的理论研究缺少, 尝试从微观角度解释结合面形貌对宏观系统的动态特性影响。基于分形理论建立结合面形貌较为准确的法向、切向接触刚度模型; 以车辆制动盘为对象, 将所建立的分形接触刚度模型引入其中, 建立一个两自由度的典型模态耦合模型; 研究了结合面切向与法向的刚度比、摩擦因数和固有频率比对系统稳定和 unstable 区的影响, 以及系统出现不同频率噪声的条件。研究可知, 形貌参数是结合面产生振动噪声的主要影响因素; 结合面形貌特性不同, 系统产生振动噪声的频率和条件也不同。这些结论有助于更深入地研究结合面形貌特性对宏观系统的影响; 同时可为工程设计制造合适结合面形貌提供参考, 具有一定的工程意义。



摘要：提出一种夹心式压电作动器，用于直接驱动履带以构成小型履带式行星探测移动系统。压电作动器由变截面夹心式压电振子以及对称设置在其两端的两个圆环部分组成。压电作动器在两相具有 $\pi/2$ 相位差的电信号驱动下激励出两相正交工作模态并在圆环处呈现两相在空间上具有 $\pi/2$ 相位差的面内弯曲振动，耦合形成沿圆环周向旋转的行波，圆环表面质点做微幅椭圆运动，经摩擦作用驱动履带运动。利用有限元法对压电作动器进行了结构设计和动力学特性分析，并通过测振试验进行验证：① 模态试验结果表明压电作动器的两相试验工作模态频率差为 16 Hz，满足行波在圆环部分形成的要求；② 通过谐响应试验得到了圆环表面质点在一个周期内的椭圆运动轨迹，与仿真结果相吻合。构建压电作动器驱动的可进行双向运动的履带移动系统，瞬态特性试验结果表明：① 履带移动系统具有快速响应特性；② 履带移动系统的瞬时运动速度呈周期性变化。

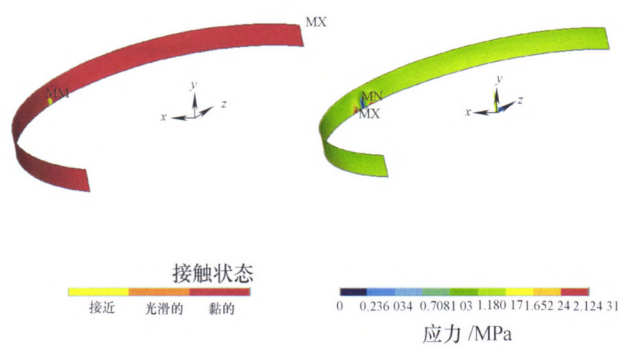


摘要：根据 Hertz 理论和 Archard 磨损公式，建立面向真实工况的直齿圆柱齿轮准静态磨损模型，并对其齿面磨损特性进行了数值仿真。计算表明，理想工况下直齿轮副齿面沿齿宽方向均匀磨损，其在节圆附近的磨损量最小，而在小齿轮靠近齿根部位的磨损量最大；当存在啮合偏差时，齿面磨损深度沿齿向不再均布。在此基础上，进一步分析了负载工况和磨损循环次数对齿面磨损量的影响。分析表明，负载转矩和循环次数对齿面磨损量影响显著，近似呈指数映射关系。当以减磨延寿为齿轮设计目标时，必须计入负载工况和齿轮役期的影响。最后，分析了齿轮啮合偏差和微观修形对齿面磨损量的影响。研究表明，从改善齿面载荷分布和减缓齿面磨损角度考量，应严控齿轮啮合偏差量，并可通过制定合适的齿面修形策略来减缓齿面磨损失效。

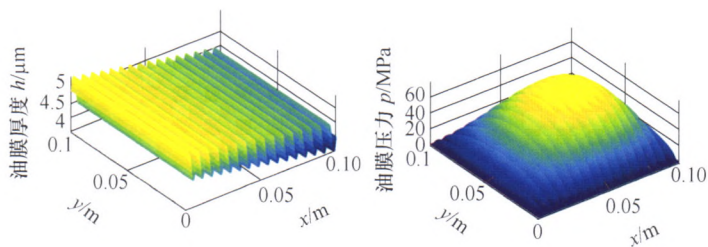


摘要：为了提高等温容器的等温性能，基于拓扑方法将内部细铜丝的分布对强化容器壁向中心导热的影响进行研究。建立导热模型，计算在均匀填充下横截面上的温度场以及容器中心温度。在容器壁温度、中心初始温度和细铜丝平均孔隙率一定的情况下，导热时间 15 s，以中心温度最高为优化目标，分别采用线性变密度填充法和自适应成长法优化铜丝分布。两种优化结果的中心温度与均匀填充相比分别提高了 0.6℃和 2.62℃，并且得到了相应的铜丝分布曲线。将等温容器内部的铜丝根据优化结果进行分层填充后进行试验验证，先用导热试验说明改变细铜丝分布可以强化容器壁向中心的导热，接着用等温容器放气试验例证了该填充方案能够有效提高等温容器的等温性能。

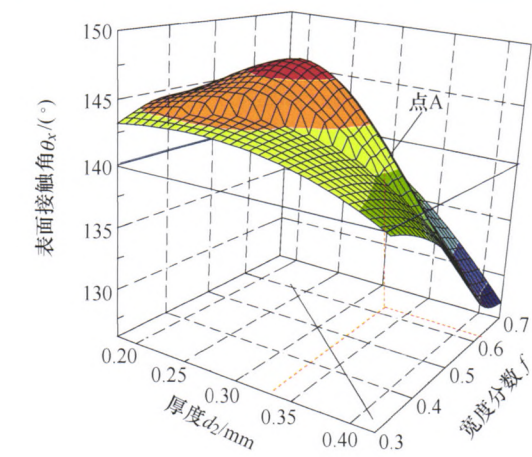
摩擦学



摘要：以实际工程应用的某核主泵机械密封动、静环组件为例，建立了考虑组件之间真实过盈配合连接结构的 ANSYS 仿真模型，获得了工作状态下机械密封动、静环端面变形量及泄漏量，该泄漏量更加接近工程设计泄漏量值。通过与未考虑过盈配合关系获得的机械密封泄漏量进行比较，指出过盈配合在机械结构组件变形分析中的必要性，且是仿真分析中需要重点关注的问题。同时，阐释了应用 ANSYS 进行过盈配合组件受力与变形分析时的基本思路 and 具体方法。

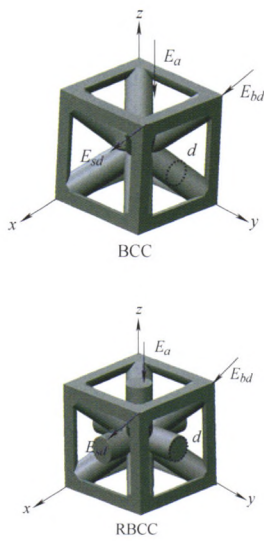


摘要：为求解共形接触粗糙表面的润滑性能，提出非周期多尺度润滑问题的确定性计算方法——有限细胞法(Finite cell method, FCM)，详细介绍 FCM 的基本原理和关键实施步骤，通过数个算例，对比验证 FCM 在求解周期和非周期多尺度润滑问题时的计算速度，求解精度和并行特性。结果表明：以传统 FEM 作为参照，FCM 计算误差不大于 0.2%，计算规模可扩大 2 至 3 个数量级，并可显著降低计算时间。因此，FCM 是求解共形接触粗糙表面润滑问题的一种切实可行的计算方法，同时 FCM 与控制方程无关的特性也为求解工程中其他领域的多尺度问题提供了参考。

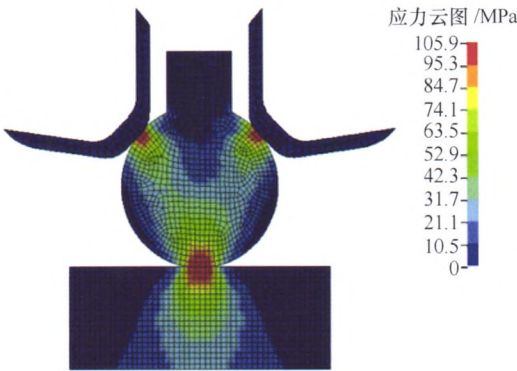


摘要：利用组装的方法制备了具有微肋板结构且肋板高度可控的表面，利用自组装分子膜技术对表面进行低表面能修饰，利用机械式调控方法改变疏水/超疏水表面微肋板高度，实现表面润湿性调控。结果表明：设计的疏水/超疏水表面可通过机械式调控方法实现表面润湿性调控，且可实现连续调控。具有微肋板结构表面的接触角具有各向异性，液滴在垂直于微肋板方向上的接触角大于平行于微肋板方向上的接触角。基于机械式调控方法，在垂直于微肋板方向上，表面润湿性实现了弱疏水到强疏水甚至超疏水的可逆调控，平行于微肋板方向上的调控效果相对较弱。微肋板的最佳组合可在 $116.2^{\circ}\sim 151.4^{\circ}$ 范围内实现润湿性调控，通过改变微肋板高度可控制表面接触角为这一范围内的任意值。

/// 制造工艺与装备 ///



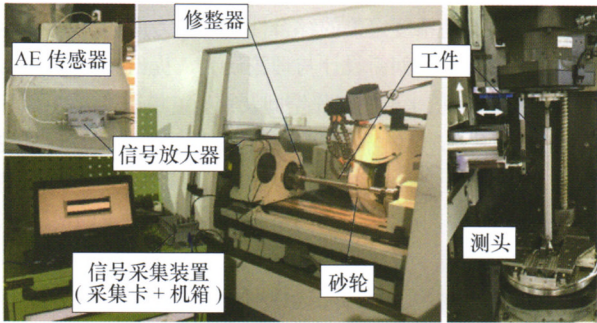
摘要：为了解决假体与骨的弹性模量存在较大差异而造成应力遮挡的问题，基于 3D 打印在制造多孔微结构的优势，将假体设计为多孔结构能有效降低模量，缓解应力遮挡。但是，如何优化微结构几何参数以实现假体模量的最佳匹配仍然没有得到解决。因此，提出了一种面向 3D 打印的可变模量金属假体的微结构设计方法，旨在获得与宿主骨模量相匹配又具有可加工性的生物型假体。针对体心立方单元(BCC)和增强体心立方单元(RBCC)，采用有限元法计算了两种多孔单元沿轴向、面对角线和体对角线方向的弹性模量，建立了单元弹性模量与支柱直径的函数关系，分析了单元各向异性随支柱直径变化的规律，研究了棱边直径和单元尺寸对单元弹性模量的影响。结果表明：在加工精度范围内，通过减小支柱直径能实现单元等效弹性模量与骨模量一致性要求；在各向同性上 BCC 单元要优于 RBCC 单元，而且增大棱边直径有助于提高单元各向同性；由于 BCC 单元能实现相邻不同模量的单元界面连续拼接，故选用 BCC 单元构建模量可调的假体，可变模量范围为 $15.9\sim 100$ GPa。该设计方法可用于构建具有模量梯度结构的生物假体，以实现关节应力最优分布。



摘要：随着电子信息产业的高速发展，高性能电子封装装备成为众多半导体器件制造企业的重大需求。我国自主精密电子封装装备的研发有待于在设计理论与方法上取得突破。针对高性能封装装备在大行程、高速、高加速度运动与高精度定位的综合性能指标方面的苛刻要求，深入开展其核心关键技术的创新设计与理论研究，提出一种解耦式高速 XY 并联运动平台，分析平台的工作空间及黎曼度量评价方法；针对高速轻载执行机构在其运动及定位过程中振动惯性能快速衰减难题，提出基于惯性能时空分布最优的结构优化和运动规划新方法，可有效减少执行机构末端和运动末段的能量聚积，实现高速运动条件下的快速精密定位；面向高性能封装装备对控制系统的高响应速度和精密定位精度需求，提出一种多核多任务控制器设计与驱控一体化的控制系统方案，可有效提高控制系统的实时性、可靠性和协调性；同时，开发高速精密封装装备闭环控制所需的宏微复合绝对光栅检测装置，实现高速运动过程执行机构位置信息的采集与反馈，保证高速运动过程的精密定位；同时研究键合工艺过程的劈刀运动轨迹及键合界面的冲击力影响因素。综合各项技术研究成果，成功开发出高性能引线键合机装备。



摘要：目前切削稳定性研究主要集中在不同加工方法及加工条件下的稳定性研究，以无颤振极限切深作为切削参数优化的推荐值，缺少对稳定性与优化模型的深度融合分析。针对这一问题，以材料去除率和刀具寿命构建优化目标函数，提出一种切削稳定性约束下的铣削参数优化模型。通过对铣削稳定性零阶解析算法的分析，论述了切削稳定区域的确定受切削力学模型、刀尖频率响应、及切削参数共同影响关系。在设定机床、工件和刀具的条件下，通过对稳定性叶瓣图形态随切削参数变化规律的研究，得出了极限切深不等效于最大材料去除率；以动态变化的稳定域及机床能效为约束边界，采用变化趋势相反的材料去除率和刀具寿命构建优化目标函数，通过遗传算法获取全局最优解。针对多目标优化中，各分目标权重难以量化设置的问题，提出以材料去除率期望值和刀具寿命期望值作为优化模型设置参数，实现优化参数的量化调节和优化方向的有效控制。在 VMC850 机床上进行了试验并采用遗传算法对多组参数设定状态进行优化，结果表明切削参数优化结果满足稳定性约束要求，且其优化方向可量化调节。



(a) 砂轮修整，工件磨削 (b) 工件测量

摘要：汽车曲轴作为发动机关键零件，其主轴颈、连杆颈巴厘线的磨削精度对发动机性能有较大影响。切入磨削过程中，成形砂轮轮廓将直接反映在曲轴轴颈上，因此研究了基于砂轮修整切深模型的成形砂轮廓形修整误差在线测量及补偿方法，通过控制砂轮廓形修整精度来保证曲轴轴颈巴厘线的磨削精度。采用声发射传感器搭建了砂轮修整过程监测系统，建立了砂轮圆弧修整过程中任意位置的声发射信号均方根值与修整切深的数学模型。通过构建切深模型参数与修整进给速度和修整圆弧中凸量的函数关系，得到了砂轮圆弧修整变参数切深模型，提高了切深模型的准确性。在此模型的基础上，提出了砂轮廓形修整误差补偿策略及实现流程。试验证明：采用变参数切深模型可以准确获得砂轮实际修整廓形，定量评定砂轮廓形修整误差，并且修整误差补偿策略能够有效地保证巴厘线廓形磨削精度。

100 第 6 届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

145 第 6 届上银优秀机械博士论文奖——优秀奖

174 第 6 届上银优秀机械博士论文奖——佳作奖

CONTENTS

1	The Statue and Difficult Problems of Research on Energy Efficiency of Manufacturing Systems
	LIU Fei LIU Peiji LI Congbo TUO Junbo CAI Wei
12	A Batch Splitting Flexible Job Shop Scheduling Model for Energy Saving under Alternative Process Plans
	LI Congbo SHEN Huan LI Lingling YI Qian
24	Integrated Optimization of Cutting Parameters and Scheduling for Reducing Carbon Emissions
	LIU Qiong ZHOU Yingdong ZHANG Yi
34	Disassembly Program Evaluation Research Based on Fuzzy AHP, Grey Correlation and TOPSIS Combined Approach
	TIAN Guangdong ZHANG Honghao WANG Danqi
41	Study of Fatigue Defect Critical Threshold of Remanufacturing Cores and Judgment of Re-manufacturability Based on Fatigue Defect
	WANG Jinlong ZHANG Yuanliang ZHAO Qingchen ZHANG Hongchao
50	Carbon Emissions Quantitative Methodology of Product Fused Deposition Manufacturing
	ZHANG Lei ZHANG Beikun BAO Hong ZHANG Cheng ZHANG Weiwei
60	Research on Selective Assembly Method Optimization for Construction Machinery Remanufacturing Based on Ant Colony Algorithm
	SU Biao HUANG Xiangming REN Yinghui WANG Fulin XIAO He ZHENG Bo
69	The Research on Formation Mechanism of Carbon Deposition in Remanufacturing Engines
	WANG Xing JIA Xiujie LI Fangyi YANG Mingbin ZHANG Jian SUN Yihang
76	Multi-objective Optimization Model and Application of Components Reuse Combination for Used Mechanical Equipment
	XUE Chen JIANG Zhigang ZHANG Xugang WANG Han
86	Effect of Contact Wheel's Deformation on Cutting Depth for Robotic Belt Grinding
	LIU Fei WANG Wei WANG Lei WANG Gang YUN Chao
93	Obstacle Avoidance Trajectory Planning for Gaussian Motion of Robot Based on Probability Theory
	QI Ruolong ZHOU Weijia LIU Jinguo ZHANG Wei XIAO Lei
101	Determination and Synthesis of Translational Parallel Mechanism with Constant Jacobian Matrix
	ZHAO Yanzhi CAO Yachao LIANG Bowen ZHAO Tieshi

108 Kinematics Performance Evaluation of a 3-SPR Parallel Manipulator
WANG Manxin LIU Haitao HUANG Tian

116 Influence of Surface Topography Characteristics on Mode Coupling Instability System
LI Xiaopeng PAN Wujiu GAO Jianzhuo LI Shujun ZHAO Guanghui WEN Bangchun

128 Dynamical Characteristics of Sandwich-type Piezoelectric Actuator for Driving Track
WANG Liang SHU Chengyou JIN Jiamei ZHANG Jianhui

136 Quasi-static-model-based Wear Analysis of Spur Gears
ZHANG Jun BIAN Shiyuan LU Qing LIU Xianzeng

146 Influence of the Distribution of Porous Media on the Heat Conduction Enhancement and Isothermal Performance for Isothermal Chamber
YANG Lihong SHEN Hangming YE Qian LIU Chengliang

153 ANSYS Interference Fit Analysis of Mechanical Seals in Reactor Coolant Pumps
WANG Yuechang LIU Ying HUANG Weifeng GAO Zhi WANG Yuming

160 Multiscale Computation Method for Conformal Contacted Rough Surface Lubrication Problem
PEI Shiyuan WANG Pengfei XU Hua

167 Design and Wettability Control of Hydrophobic/superhydrophobic Surfaces Based on the Extendable Micro-rib
LI Xiaolei ZHANG Lei MA Xiaowen ZHANG Huichen

175 Microstructure Design for 3D Printed Metal Prosthesis of Adjustable Modulus
KANG Jianfeng WANG Ling SUN Changning LI Dichen JIN Zhongmin

181 Progress and Application of Key Technologies on the Electronic Packaging Equipment Development
CHEN Xin JIANG Yongjun TAN Yutao GAO Jian YANG Zhijun LIU Guanfeng HE Yunbo
WANG Han LI Zexiang

190 Optimization of Milling Parameters under Constrain of Process Stability
HU Ruifei Yin Ming LIU Yan SU Zhenwei YIN Guofu

199 Accuracy Control of Ballig of Crankshaft Journals in Grinding Process Based on Cutting Depth Model
LI Jing GAO Huayu SHEN Nanyan HUANG Haitao FANG Minglun

《机械工程学报》第十届编委会

荣誉主任

王补宣 (院士) 路甬祥 (院士) 潘际銮 (院士)

荣誉委员

王玉明 (院士) 王先逵 (教授) 石治平 (研高) 叶声华 (院士) 宁汝新 (教授) 过增元 (院士)
刘 飞 (教授) 刘人怀 (院士) 刘大响 (院士) 刘友梅 (院士) 关 桥 (院士) 杨叔子 (院士)
宋玉泉 (院士) 陈学俊 (院士) 林尚扬 (院士) 周孔亢 (教授) 周尧和 (院士) 柳百成 (院士)
钟 掘 (院士) 钟秉林 (教授) 闻邦椿 (院士) 徐金梧 (教授) 徐滨士 (院士) 郭孔辉 (院士)
温诗铸 (院士) 谢友柏 (院士) 熊有伦 (院士) 潘健生 (院士)

主 任

钟群鹏 (院士)

副 主 任

王文斌 (编审) 王国彪 (教授) 陈学东 (院士) 陈超志 (研高) 黄 田 (教授) 雒建斌 (院士)
MCCARTHY J Michael (教授)

国内委员

丁 汉 (院士) 王 雪 (教授) 王田苗 (教授) 王立平 (教授) 王庆丰 (教授) 王时龙 (教授)
王树新 (教授) 王祖温 (教授) 王润孝 (教授) 孔祥东 (教授) 邓宗全 (教授) 卢秉恒 (院士)
史铁林 (教授) 付铭旺 (副教授) 仪垂杰 (教授) 吕 明 (教授) 刘 强 (教授) 刘少军 (教授)
刘宏民 (教授) 刘献礼 (教授) 刘德顺 (教授) 孙汉旭 (教授) 严新平 (教授) 李大勇 (教授)
李永堂 (教授) 李圣怡 (教授) 李杨民 (教授) 李荣彬 (教授) 李荣德 (教授) 李剑峰 (教授)
杨华勇 (院士) 杨兆军 (教授) 杨兆建 (教授) 何存富 (教授) 张 峥 (教授) 张士行 (教授)
张义民 (教授) 张宪民 (教授) 张湘伟 (教授) 陈 新 (教授) 陈 鹰 (教授) 陈绍彰 (教授)
陈朝阳 (教授) 邵新宇 (教授) 苑世剑 (教授) 苑伟政 (教授) 范光照 (教授) 林忠钦 (院士)
周祖德 (教授) 项昌乐 (教授) 赵 继 (教授) 赵 韩 (教授) 赵丁选 (教授) 胡正寰 (院士)
钟志华 (院士) 姚振强 (教授) 秦大同 (教授) 袁巨龙 (教授) 袁寿其 (教授) 耿荣生 (教授)
贾振元 (教授) 顾佩华 (教授) 徐西鹏 (教授) 高咏生 (教授) 高金吉 (院士) 郭万林 (教授)
郭东明 (院士) 黄明辉 (教授) 黄洪钟 (教授) 梅雪松 (教授) 葛世荣 (教授) 韩 旭 (教授)
曾 攀 (教授) 谢建新 (院士) 雷源忠 (研究员) 廖运炫 (教授) 谭建荣 (院士) 谭援强 (教授)
翟婉明 (院士) 黎 明 (研究员) 檀润华 (教授)

国外委员

ALGIN Vladimir (白俄罗斯)	CAO Dongpu (英国)	CAVALLUCCI Denis (法国)
CECCARELLI Marco (意大利)	CHEN Ye-Hwa (美国)	CHEN Yongkang (英国)
CHEN Yubao (美国)	CHENG Harry H (美国)	CHENG Kai (英国)
CHETWND Derek G (英国)	CHIU George (美国)	DAI Jiansheng (英国)
DEAN Trevor Anthony (英国)	DONG Zuomin (加拿大)	FATIKOW Sergej (德国)
FENG Yuntian (英国)	FLEWITT Peter E J (英国)	GAO Wei (日本)
GE Qiaode Jeffrey (美国)	GIOVANOLA Jacques (瑞士)	GOGU Grigore (法国)
GU Fengshou (英国)	GUO Yuebin (美国)	HAGIWARA Ichiro (日本)
HUANG Yong (美国)	HUANG Han (澳大利亚)	IWATSUKI Nobuyuki (日本)
JAUREGUI Juan Carlos (墨西哥)	Wallaschek Jörg (德国)	LI Dongyang (加拿大)
LI Xiaoping (新加坡)	LIM Teik Chin (美国)	MORGAN Michael (英国)
PARK Jong-Kweon (韩国)	SINAPIUS Michael (德国)	SU Chunyi (加拿大)
SU Daizhong (英国)	TIAN Guiyun (英国)	WANG Jun (澳大利亚)
XUE Deyi (加拿大)	YANG Lianxiang (美国)	YE Lin (澳大利亚)
ZHANG Bi (美国)	ZHANG Chun(Chuck) (美国)	ZHANG Hongchao (美国)
ZHANG Liangchi (澳大利亚)	ZHAO Xudong (英国)	ZHOU Libo (日本)
ZUO Mingjian (加拿大)		



ISSN 0577-6686

